

Crescimento Inicial e Abundância de Cristais de Oxalato em Erva-mate (*Ilex paraguariensis* A.St. Hil.) sob Efeito de Diferentes Métodos de Calagem e Fertilização

Juliana Boniatti Libardoni¹, Janete Mariza Adamski³, Sandra Vincenci Fernandes⁴ e Geraldo Ceni Coelho²

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil., Aquifoliaceae) tem ocorrência natural no sul e sudeste do Brasil, nordeste da Argentina, Paraguai e Uruguai [1] e apresenta grande importância econômica devido ao seu uso como matéria-prima para chás e bebidas.

A região de ocorrência da espécie é caracterizada pelo predomínio de solos ácidos [2]. Existem poucas informações sobre as formas de adubação adequadas para esta espécie [3], bem como o efeito destas diferentes formas sobre o seu crescimento e morfologia.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da elevação do pH e do suprimento de cálcio com calcário dolomítico e com gesso, e o efeito da adição de formulações de NPK. Avaliou-se o crescimento inicial em altura e a abundância de cristais de oxalato de cálcio ao longo das nervuras das folhas.

Material e métodos

A. Condições experimentais

As mudas de erva-mate (com 5 a 6 cm de altura) foram plantadas em embalagens plásticas de 4 litros, empregando-se solo típico da região (Latossolo Vermelho distroférrico típico), distribuídas em 6 diferentes tratamentos (n=22) em casa de vegetação: Tratamento 1 – adição de calcário dolomítico (PRNT 75%) na quantidade suficiente para elevar o pH a 5,8 (15,27g por vaso); Tratamento 2: adição de calcário na quantidade suficiente para elevar o pH a 6,5 (26,38g); Tratamento 3: adição de calcário na quantidade suficiente para elevar o pH a 6,5 (26,38g), mais NPK 4-20-13 (1,8 g); Tratamento 4: adição de calcário na quantidade suficiente para elevar o pH a 6,5 (26,38g), mais NPK 70-20-50 (1,06 g) conforme recomendações da literatura para a erva-mate [4]; Tratamento 5: adição de cálcio sob a forma de gesso (Ca SO₄ . 2H₂O - 45,2g por vaso); Testemunha: Latossolo Vermelho distroférrico típico pH 5,3.

B. Procedimentos de avaliação

A altura foi medida após 3 e 6 meses de crescimento. Para a quantificação dos cristais (após 6 meses), foram coletadas folhas do 4º ou 5º nó (n = 15 plantas, 1 folha

por planta) de onde foi cortado um fragmento de nervura de segunda ordem na região mediana da folha. Estes fragmentos foliares foram clarificados em solução de NaOCl (12% Cl). A contagem dos cristais foi realizada em um segmento da nervura de segunda ordem iniciado a partir da nervura principal, em vista abaxial (Fig. 1A). Usando microscópio óptico (Zeiss, Axiostar), quantificou-se os cristais de oxalato de cálcio vistos dentro do campo da objetiva de 20x (D=1 mm), tendo a nervura de 2ª ordem em posição transversal ao campo.

C. Delineamento experimental

Foi usado um delineamento completamente casualizado, e os dados de altura foram analisados segundo ANOVA de um fator. No caso do número de cristais, a ANOVA foi realizada após a transformação dos dados, onde $X' = \log(X + 1)$. Os tratamentos foram comparados par a par através de um teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Resultados

A. Crescimento em altura

Os tratamentos que apresentaram maior crescimento em altura, tanto aos três quanto aos seis meses foram aqueles com o maior nível de calcário, com ou sem NPK. O tratamento com gesso não apresentou crescimento maior que a testemunha. Além disso, aos três meses apresentou crescimento significativamente menor que os tratamentos com maior nível de adição de calcário (Fig. 1B).

B. Cristais

O número de cristais (Fig. 1A) aumentou significativamente no tratamento com aplicação de gesso e no tratamento com aplicação de calcário dolomítico (pH = 6,5) com NPK no nível mais elevado, quando comparados à testemunha (Fig. 1C).

A testemunha apresentou a menor abundância de cristais.

Discussão

O cálcio participa de vários processos bioquímicos na planta. A quantidade destes íons (Ca²⁺) livres no citosol deve ser restrita a níveis de ~10⁻⁷M [5]. Diante disso, as

1. Acadêmica de Ciências Biológicas, bolsista IC/CNPq PIBIC; juliana.libardoni@unijui.tche.br.

2. Professor Associado, Departamento de Biologia e Química, UNIJUI; Cx. P. 560, Rua do Comércio, 3000, 98.700 – 000, Ijuí-RS. coelho@unijui.tche.br.

3. laboratorista, UNIJUI. Cx. P. 560, Rua do Comércio, 3000, DBQ, UNIJUI, 98.700 – 000. Ijuí-RS.

4. Professora Adjunta do Departamento de Estudos Agrários, UNIJUI, Cx. P. 560, Rua do Comércio, 3000, UNIJUI, 98.700 – 000, Ijuí-RS.

Apoio financeiro: FAPERGS e CNPq.

plantas mostram-se adaptadas às diferenças entre a abundância natural do cálcio no ambiente e os baixos níveis exigidos para os seus processos metabólicos, acumulando o excesso de cálcio dos tecidos na forma de cristais de oxalato [6,7,8,9], porém não observado por Ruiz *et al.* [10] ou mesmo de carbonato, em certas espécies [11]. Observou-se que a adição de gesso (T5) causou um aumento do número de cristais, sem gerar um aumento de crescimento em altura. A adição de gesso promove um aumento da disponibilidade de cálcio sem gerar um aumento no pH. Com isto, o cálcio pode ter estabelecido uma inibição da absorção dos outros cátions, por concorrência [12]. Além disso, o CaSO₄ pode carrear outros cátions ao longo do perfil do solo, promovendo a lixiviação dos mesmos [13]. Concomitantemente, a manutenção do pH no mesmo nível da testemunha não promove o aumento da disponibilidade de outros nutrientes como o P, que usualmente se tornam imobilizados no solo em pH baixo.

Observa-se, de modo geral, que a erva-mate respondeu aos tratamentos com adição de cálcio aumentando o número de cristais de oxalato, o que pode se constituir em uma adaptação a esta condição ecológica. Entretanto, o tratamento 3 não seguiu esta tendência. É possível que o menor número de cristais no tratamento 3 (ou o maior número no tratamento 4) seja um produto da interferência dos outros nutrientes fornecidos, o que requer investigações complementares.

Em termos de crescimento, observa-se ainda que a erva-mate respondeu positivamente à elevação do pH proporcionada pela adição de calcário, ao contrário do que foi observado por outros autores [14]. Por outro lado, os resultados indicam que a adição de gesso não beneficia o crescimento inicial da espécie.

A adubação com NPK recomendada pela literatura [4] parece ser excessiva para o crescimento das mudas nos primeiros seis meses. Entretanto, avaliações complementares em condições de campo são necessárias.

Agradecimentos

À FAPERGS pelo auxílio financeiro (03/0592.0) e ao CNPq pela bolsa de iniciação científica da primeira autora. Ao prof. Artur G. Müller (UNIJUÍ) pelo auxílio nas questões de análise estatística.

Referências

- [1] GIBERTI, G. C. (1995) Aspectos oscuros de la cronologia de *I. paraguariensis* St. Hil. In: WINGE, H.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. A.; TARASCONI, L. C. (orgs.) *Erva-mate - Biología e Cultura no Cone Sul*. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 289-302.
- [2] BRASIL. Ministério da Agricultura. 1973. *Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Recife: Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Divisão de Pesquisa Pedológica.
- [3] PANDOLFO, C. M.; FLOSS, P. A.; DA CROCE, D. M. 2000. Resposta da erva-mate a níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e esterco de aves, em um latossolo roxo distrófico. Anais do 2º Congresso Sul-americano e 3ª reunião técnica da Erva Mate, Encantado-RS, Porto Alegre: UFRGS/FEPAGRO/ACI Encantado/Prefeitura de Encantado-RS, p. 20-23.
- [4] SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – Núcleo Regional do Sul. 2004. *Manual de Adubação e Calagem para os estados do RS e SC/SBCS*. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 10ª ed., Porto Alegre.
- [5] WEBB, M. A. 1999. Cell-mediated crystallization of calcium oxalate in plant. *The Plant Cell*, 11:751-761.
- [6] FRANCESCHI, V. 2001. Calcium oxalate in plants. *Trends in Plant Science*, 6: 331.
- [7] NAKATA, P. A. 2003. Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plant. *Plant Science*, 164: 901-909.
- [8] PAIVA, E.A.S.; MACHADO, S.R. 2005. Role of intermediary cells in *Peltodon radicans* (Lamiaceae) in the transfer of calcium and formation of calcium oxalate crystals. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48:147-153.
- [9] ZINDLER-FRANK, E.; HONOW, R.; HESSE, 2001. A. Calcium and oxalate content of the leaves of *Phaseolus vulgaris* at different calcium supply in relation to calcium oxalate crystal formation. *J. Plant Physiol.*, 158:139-144.
- [10] RUIZ, N.; WARD, D.; SALTZ, D. 2002. Calcium oxalate crystals in leaves of *Pancreaticum sickenbergeri*: constitutive or induced defence? *Functional Ecology*, v. 16, p. 99-105.
- [11] WU, C.-C.; CHEN, S.-J.; YEN, T.-B.; KUO-HUANG, L.-L. 2006. Influence of calcium availability on deposition of calcium carbonate and calcium oxalate crystals in the idioblasts of *Morus australis* Poir. Leaves. *Botanical Studies* 47:119-127.
- [12] MARSCHNER, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed., London: Academic Press.
- [13] ERNANI, P. R. 1993. Uso do gesso agrícola nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Florianópolis, SBCO-NRS, UDESC – CAV. Boletim Técnico 1.
- [14] REISSMAN, C. B.; PREVEDELLO, B. M. S. 1992. Influência da calagem no crescimento e na composição química foliar da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.-Hil.). Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, *Revista do Instituto Florestal* 4: 625-629.

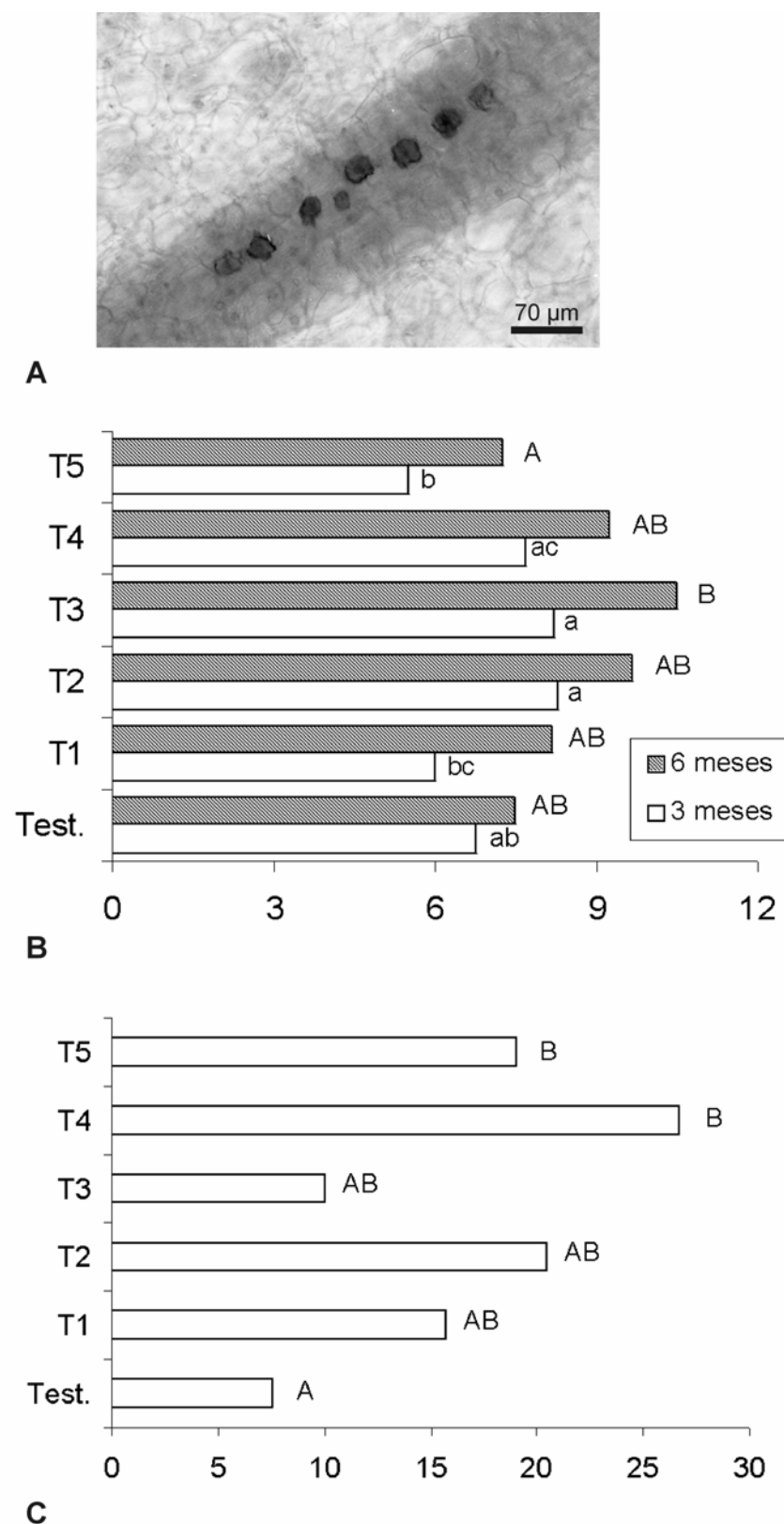


Figura 1. A. Cristais de oxalato de cálcio em nervura de 2ª ordem de erva-mate (*I. paraguariensis*) em vista abaxial, após clareamento. **B.** Crescimento em altura das mudas de erva-mate (*I. paraguariensis*) em função de diferentes tratamentos de pH, adição de cálcio e de fertilização. As letras maiúsculas se referem a diferenças estatísticas no teste de Tukey aos seis meses ($P < 0,05$) e as minúsculas, aos 3 meses ($p < 0,05$). T1 – adição de calcário dolomítico para pH = 5,8 (15,27g por planta); T2 - adição de calcário para pH=6,5 (26,38g); T3 - adição de calcário para pH= 6,5 (26,38g), mais NPK 4-20-13 (1,8 g); T4: adição de calcário para pH=6,5 (26,38g), mais NPK 70-20-50 (1,06 g); T5: adição de cálcio na forma de gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - 45,2g por planta); Testemunha: Latossolo Vermelho distroférico típico pH 5,3. **C.** Número de cristais por mm na nervura secundária de folhas de erva-mate (*I. paraguariensis*) em função de diferentes tratamentos de pH, adição de cálcio e fertilização, após 6 meses de crescimento. As letras maiúsculas se referem às diferenças estatísticas no teste de Tukey ($P < 0,05$). Tratamentos conforme Fig. 1B.